Manual do Usuário

Software InVesalius

Versão Beta

Divisão de Desenvolvimento de Produtos
2003

GUIA DO USUÁRIO

Índice

1. Introdução ____ 03
1.1 Botões e Barras 04
2. Instalação ____ 05
3. Início ____ 06
3.1 Novo Projeto 07
3.2 Abrir Projeto 11
3.3 Imprimir 11
3.4 Exportar 12
3.5 Importar 12
3.6 Organizar Imagens 13
3.7 Conversor 14
4. Visualização ____ 15
4.1 Visualização Axial 15
4.2 Threshold 2D 18
4.3 Histograma/Linha de Perfil 20
4.4 Visualização Oblíqua 22
4.5 Cortes/Medidas 3D 24
4.5.1 Cortes 3D 24
4.5.2 Mapa de Cores 26
4.5.3 Medidas 3D 28
4.5.4 Propriedades 30
4.6 Segmentação 31
4.6.1 Threshold/Contorno 31
4.6.1.1 Segmentação 31
4.6.1.2 Cores 33
4.6.1.3 Renderização 34
A. Propriedades 34
B. Relação Threshold/Contorno 35
4.6.1.4 Localização 36
A. Espaço 3D de um Ponto 36
B. Curvas de Níveis Escalares 37
4.6.2 Conectividade 38
5. Informações ____ 39
6. Anexo ____ 40

1. Introdução

O objetivo do software ***InVesalius*** é funcionar como uma ferramenta de visualização de imagens médicas obtidas em tomografias e ressonâncias magnéticas. O software permite cortar, comparar, segmentar ou "empilhar" estas imagens, que são como "fatias" bidimensionais do corpo humano.

Quando as fatias são sobrepostas, o software ***InVesalius*** constrói um modelo virtual tridimensional idêntico à estrutura anatômica enfocada no exame. Este modelo pode ser manipulado e observado por diversos ângulos; é possível calcular seu volume, sua área e medir distâncias entre dois pontos; partes específicas podem ser separadas do todo para uma análise mais minuciosa e as diferentes densidades de ossos e tecidos são facilmente identificadas com a ajuda de um mapa de cores. Todos estes recursos dão ao médico uma visão muito mais clara da situação clínica e facilitam o planejamento de possíveis intervenções cirúrgicas.

Este guia pretende orientar o usuário a operar o software ***InVesalius*** sem, no entanto, detalhar comandos, teorias e algoritmos – informações estas que podem ser encontradas em documentos especializados.

O software ***InVesalius*** foi programado em linguagem "script" **Python**[1] e opera na plataforma **Windows**. Utiliza a biblioteca gráfica **VTK**[4] .

Seguem abaixo os requisitos mínimos de hardware para que o software ***InVesalius*** opere adequadamente:

- ✍ CPU: Athlon de 1.1 GHz ou Pentiun 4 de 1.7 GHz (ou superior)
- ✍ Memória RAM: 512 MBytes (recomendado 1 GByte)
- ✍ Disco rígido: 40 GB e 7200 rpm
- ✍ Monitor: 15 polegadas (recomendado 19 polegadas)
- ✍ Placa de vídeo: Gráfica 3D, 64 MBytes de memória (recomendado 128 MBytes) com driver para biblioteca gráfica Open GL

[1] http://www.python.org/
[4] http://www.vtk.org/

A velocidade de processamento e a quantidade de memória utilizada pelo software ***InVesalius*** estão diretamente relacionadas ao número total de fatias e à grade aplicada (FOV) durante a captura das imagens pelo tomógrafo. A mais comum é a de 512 x 512 pixels, mas grades de 256 x 256, 768 x 768 e 1024 x 1024 também podem ser empregadas.

Para exemplificar, 50 fatias obtidas com uma grade de 512 x 512 pixels por 8 bits ocupariam 26.21 MBytes de memória. Como o processamento é feito pixel a pixel, pode-se imaginar quais seriam os efeitos de um projeto de 150 fatias sobre o desempenho do software. A melhor maneira para se resolver este problema é eliminar as partes desnecessárias à análise, desde a captura da imagem (definição do campo de visão e do FOV adequados) até a utilização do software. O ***InVesalius*** possui ferramentas de corte de imagens tanto nos módulos de visualização de fatias (bidimensional) quanto nos de volumes (tridimensional).

1.1 Botões e Barras

Os botões e barras descritos abaixo aparecem em diversas telas do software ***InVesalius***:

Contorno: Altera os valores escalares do contorno do volume para separar o objeto de interesse.

Cubos de orientação: Alteram a posição fixa do volume.

Desvio padrão: Altera a textura da superfície do volume. Quanto mais próximo de 0, maior será a aspereza e quanto mais próximo de 1, maior a suavidade da superfície.

Level/Window: Ajustam o brilho e o contraste da imagem.

Mostrar/Esconder Volume: Em algumas telas de visualização tridimensional o volume pode ou não ser exibido. É aconselhável mantê-lo oculto para aumentar a velocidade de processamento.

Opacidade: Controla a transparência da imagem. Quanto mais próximo de 0, maior a transparência e quanto mais próximo de 1, maior a opacidade.

Threshold Máximo/Mínimo: Separa a estrutura a ser analisada. As regiões mais densas são eliminadas com a diminuição do valor máximo e o aumento do valor mínimo implica na exclusão das regiões menos densas.

? Arraste o mouse com o **botão direito** pressionado para aproximar ou afastar a imagem.

? Arraste o mouse com o **botão esquerdo** pressionado para girar o volume.

2. Instalação

O usuário deverá registrar a sua versão do software ***InVesalius*** após executar o procedimento normal de instalação. Siga as orientações abaixo:

1. Inicie o software ***InVesalius*** (já instalado) normalmente. Uma tela de apresentação será exibida. Nela, além dos créditos do sistema, serão mostrados dois campos de códigos. O primeiro campo, denominado **Código de Requisição**, estará preenchido com um código necessário para que a licença seja requisitada. O segundo campo, denominado **Código de Licença**, estará vazio e deverá ser preenchido com o **Código de Licença** fornecido pelo distribuidor do sistema;
2. Clique em **Copiar**, ao lado do **Código de Requisição**;
3. Inicie seu programa pessoal de correio eletrônico (email). Certifique-se de que seu endereço de envio seja o mesmo endereço preenchido no cadastrado;
4. Inicie a composição de uma nova mensagem;
5. Como título da mensagem, escreva **Registro *InVesalius***;
6. Preencha o corpo da mensagem **APENAS** com o código de requisição copiado no passo 2. Utilize a função **Colar** ou pressione **Ctrl+V**;
7. Envie a mensagem para invesalius@cenpra.gov.br
8. Após a requisição ser processada, uma mensagem será enviada para seu endereço de correio eletrônico com o título **Código de Licença – *InVesalius***, contendo em seu corpo o **Código de Licença** necessário para o registro. Copie **TODO** o código;
9. Retorne à tela de apresentação do software ***InVesalius*** (caso ela tenha sido fechada, basta executar o sistema novamente);
10. Posicione o cursor do mouse no campo **Código de Licença**. Cole o **Código de Licença** utilizando a função **Colar** ou **Ctrl+V** e pressione o botão **Registrar**;
11. Antes de confirmar o registro, verifique se o **Código de Licença** está correto. Verifique também as configurações de data e hora de seu computador e ajustando-as se for necessário. Lembre-se de que esta é uma licença concedida pelo prazo de 180 dias, cuja contagem será iniciada após o término do processo de registro. Qualquer inconsistência nos dados invalidará sua versão;
12. Confirme o registro;
13. Pronto! Sua versão foi registrada com sucesso! Reinicie o software ***InVesalius*** para utilizá-lo normalmente.

3. Início

Abra o software. Esta é a **Tela Inicial**:
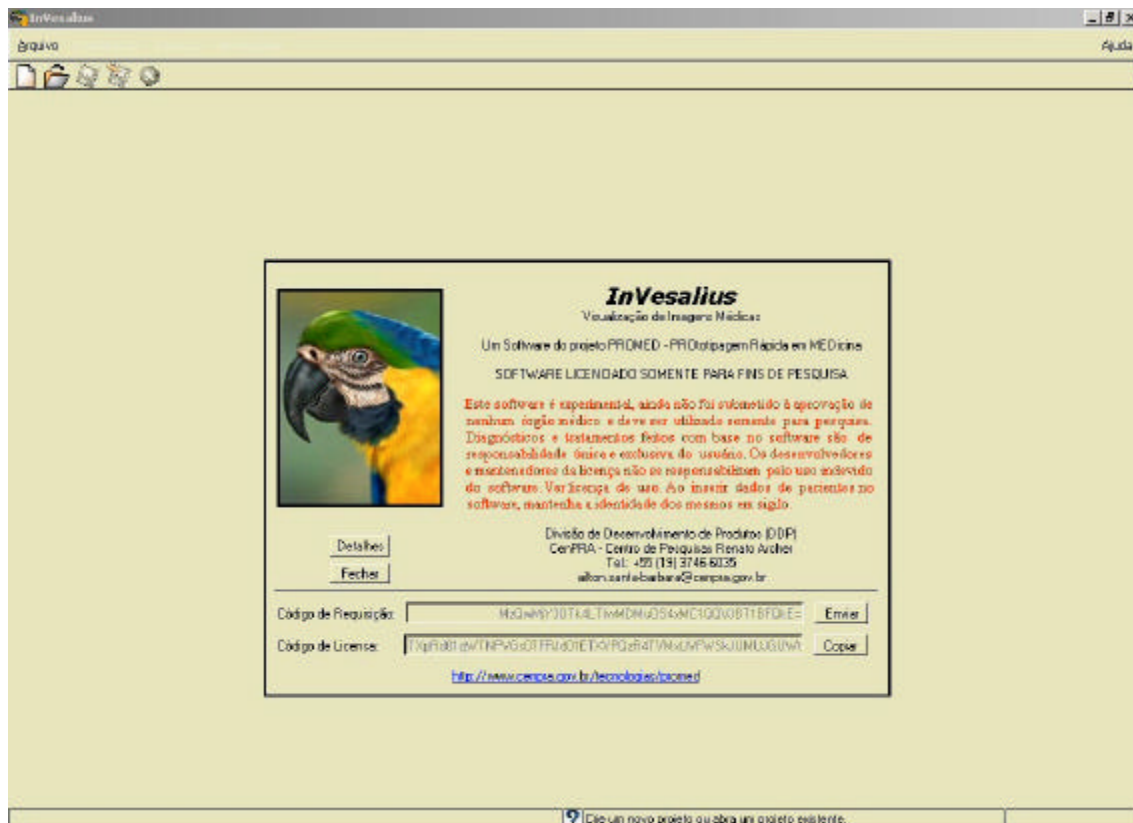
Figura 1: Tela Inicial

Clique em **OK** para prosseguir.

3.1 Novo Projeto

Para criar um novo projeto, clique em **Arquivo** ? **Novo Projeto**.
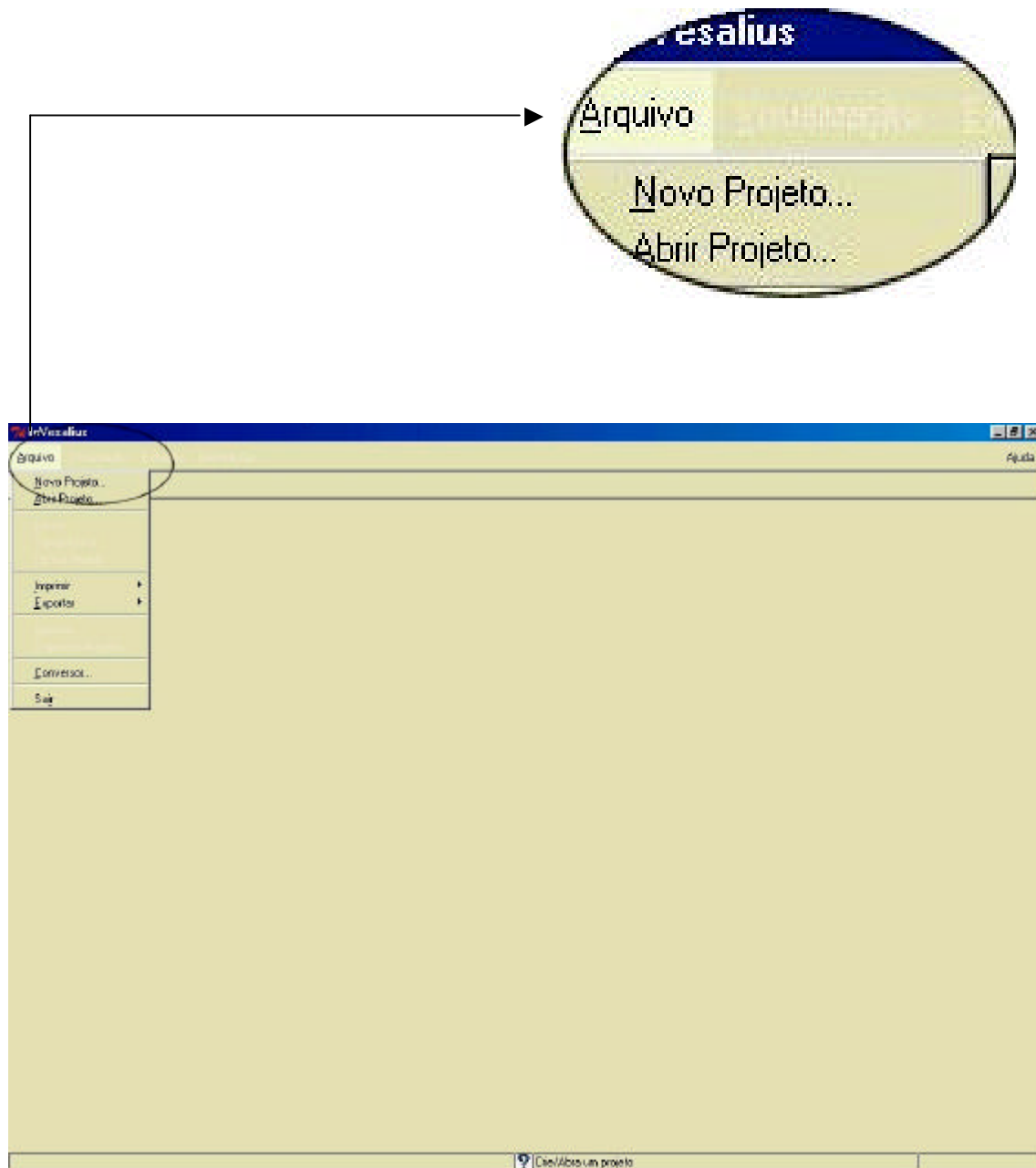
Figura 2: Novo Projeto

Será aberta a tela **Importar Imagens**. Informe quais imagens (fatias da tomografia ou ressonância) deverão fazer parte do projeto. Indique o nome do projeto em **Projeto Alvo**.

Se desejar incluir todas as fatias no projeto, pressione **Selecionar Tudo** e, em seguida, **Adicionar**. Os nomes das fatias aparecerão no quadro à direita da tela. Pressione **Abrir** para construir o projeto.
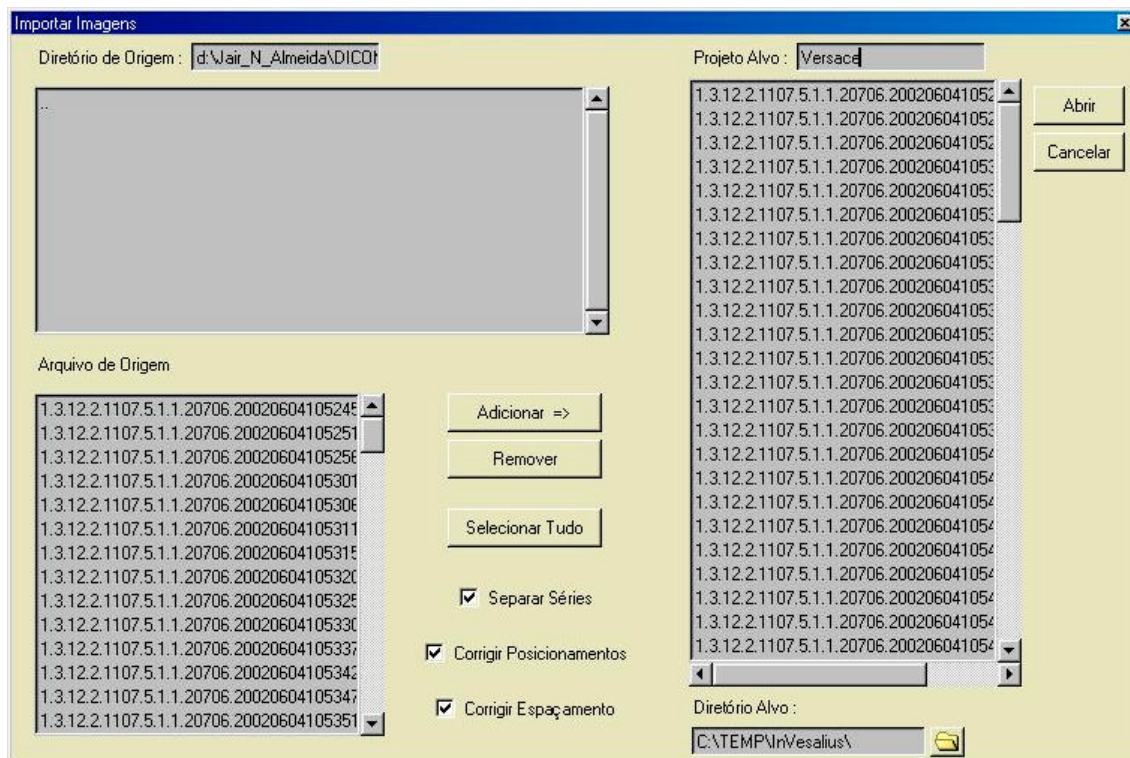
Figura 3: Importar Imagens

Se desejar incluir apenas algumas fatias, clique no nome da primeira fatia do quadro **Arquivo de Origem**. Aperte e segure a tecla **Shift** do teclado e selecione com o mouse os arquivos desejados. Clique em **Adicionar** e, em seguida, **Abrir**.

Durante a leitura das imagens DICOM serão feitas, caso necessárias, correções no posicionamento e no espaçamento das fatias. Neste momento o software também identificará a existência de uma ou diversas séries de imagens no estudo do paciente. A seguinte tela será exibida para que o usuário escolha a série a ser utilizada:
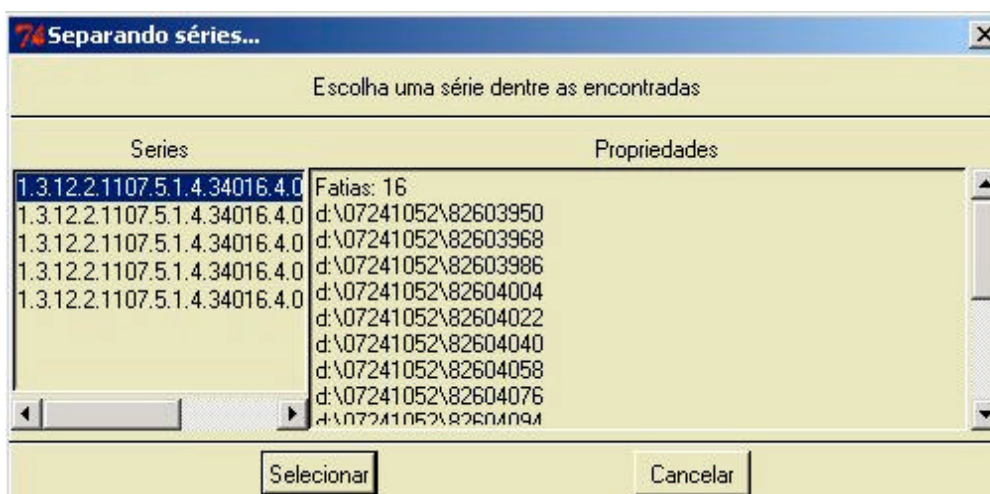
Figura 4: Separando Séries

Se não desejar que o software execute as correções e a separação de séries, desabilite as caixas **Separar Séries**, **Corrigir Posicionamentos** e **Corrigir Espaçamento**.

Se as imagens não estiverem no formato DICOM, o sistema abrirá automaticamente a tela abaixo:
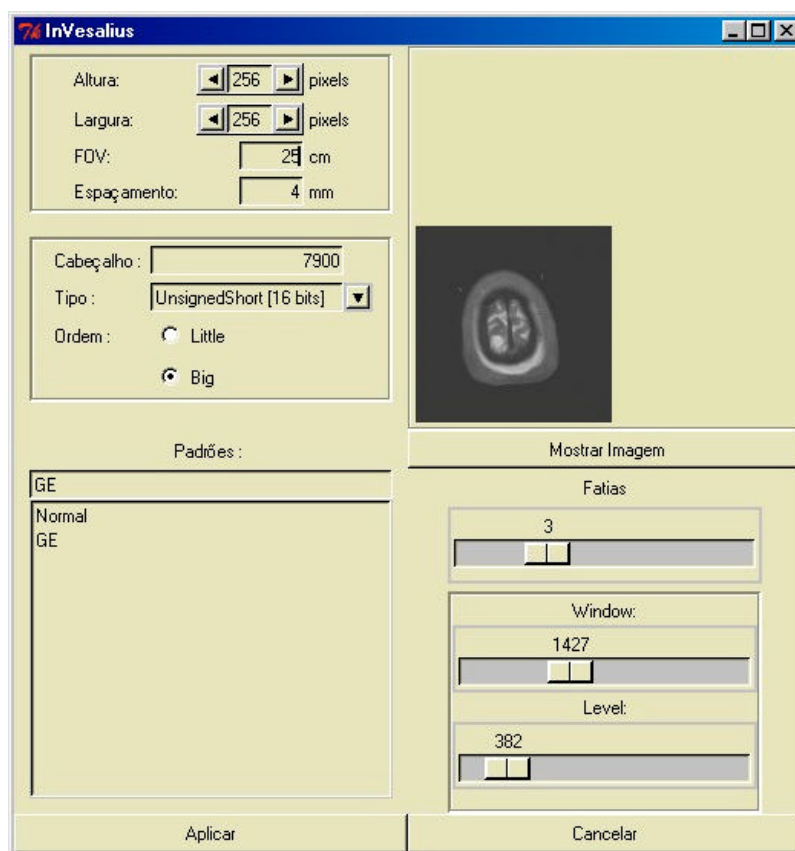
Figura 5

Os dados a serem preenchidos pelo usuário devem ser obtidos com o técnico ou radiologista, visto que as informações são definidas no momento da aquisição das imagens, durante o exame de tomografia ou ressonância.

A imagem será mostrada no canto superior direito da tela. A cada mudança nos parâmetros, pressione **Mostrar Imagem**. Clique em **Aplicar** para as fatias serem lidas. A tela atual será fechada e o projeto estará criado. O nome do projeto aparecerá na barra de título superior, ao lado de ***InVesalius***.

Quando um novo projeto é criado, o software automaticamente abre a tela de **Visualização Axial**.

3.2 Abrir Projeto

Entre em **Arquivo** ? **Abrir Projeto** para abrir um projeto criado anteriormente.

3.3 Imprimir

Para configurar a impressão de uma imagem, bidimensional ou tridimensional, clique em **Arquivo** ? **Imprimir** e defina os parâmetros desejados (espaçamento das margens, tamanho do papel, etc.). Só é possível imprimir a imagem que aparece na tela do projeto.
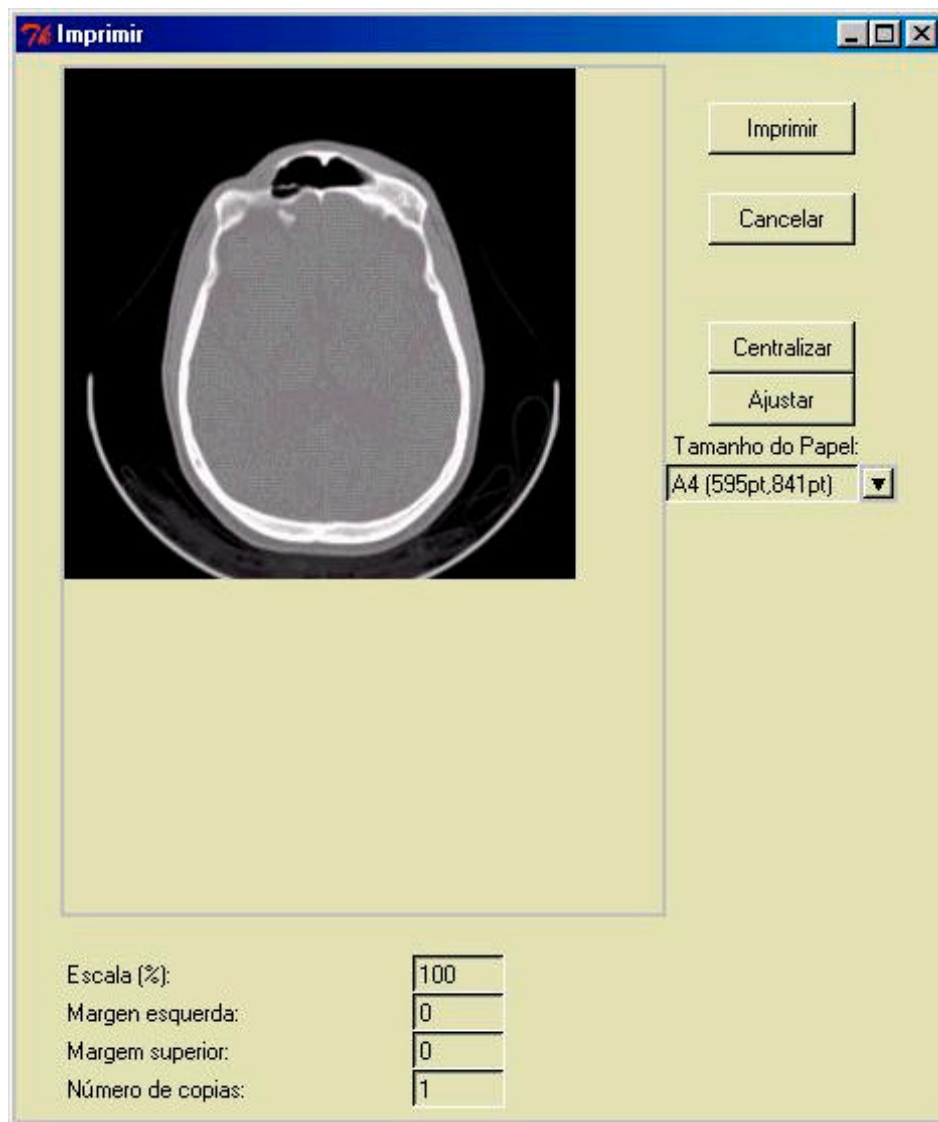
Figura 6: Imprimir

3.4 Exportar

A ferramenta **Exportar** é um dispositivo de saída utilizado para documentar as imagens que estão sendo vistas na tela. É possível salvar fatias e volumes nos formatos TIFF, GIF, JPEG e BMP. Entre em **Arquivo** ? **Exportar** e escolha a opção correspondente à imagem que deseja gravar: **Fatia**, nos módulos de visualização bidimensional, e **Volume**, **Coronal**, **Sagital** ou **Transversal** nos módulos de visualização tridimensional e de segmentação.

3.5 Importar

Entre em **Arquivo** ? **Importar** para acrescentar novos arquivos de imagens DICOM (fatias) a um projeto já existente. Será aberta novamente a tela **Importar Imagens**. Proceda conforme as instruções do item **Novo Projeto**.

3.6 Organizar Imagens

Para visualizar melhor a ordenação das fatias, entre em **Arquivo** ? **Organizar Imagens**. A nova janela exibirá vinte fatias do projeto ao mesmo tempo, na orientação **Axial**. Para escolher outra orientação, pressione o botão **Coronal** ou **Sagital**. Utilize as setas do campo **Fatias** para procurar as imagens seguintes ou anteriores.
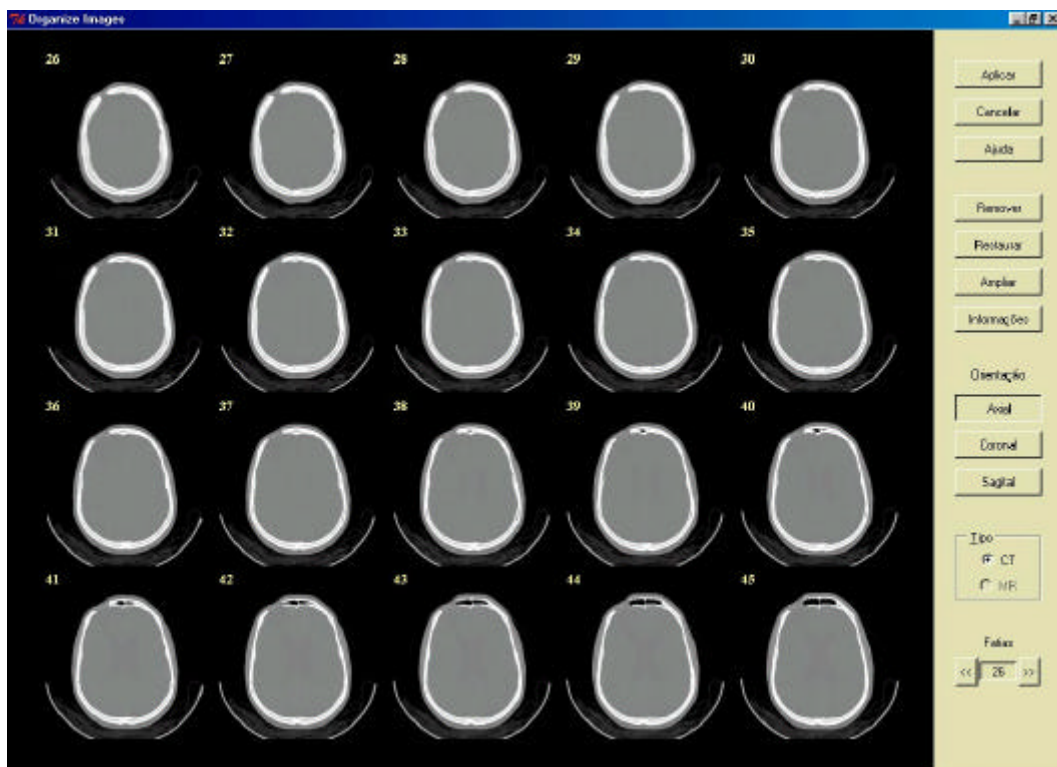
Figura 7: Organizar Imagens

Para excluir uma fatia, selecione-a com o mouse e aperte o botão **Remover**.

É possível ampliar e comparar até quatro fatias ao mesmo tempo. Pressione o **botão esquerdo do mouse** sobre uma fatia. Ela ficará envolta por uma borda vermelha. Clique em **Ampliar** e a fatia será exibida em detalhes. Minimize a nova tela antes de fechá-la.

Para obter informações sobre uma fatia, selecione-a com o **botão esquerdo do mouse**. A fatia ficará envolta por uma borda vermelha. Em seguida, clique em **Informações**. Se o projeto foi criado a partir de um CD, será necessário que ele esteja na gaveta. Se alguma operação incorreta for executada, a tela será minimizada e uma mensagem explicativa será exibida. Maximize a tela novamente e recomece.

3.7 Conversor

O software oferece a possibilidade de converter as imagens de um formato para outro, como, por exemplo, de JPEG para GIF.

Entre em **Arquivo ? Conversor** para abrir a tela de conversão:
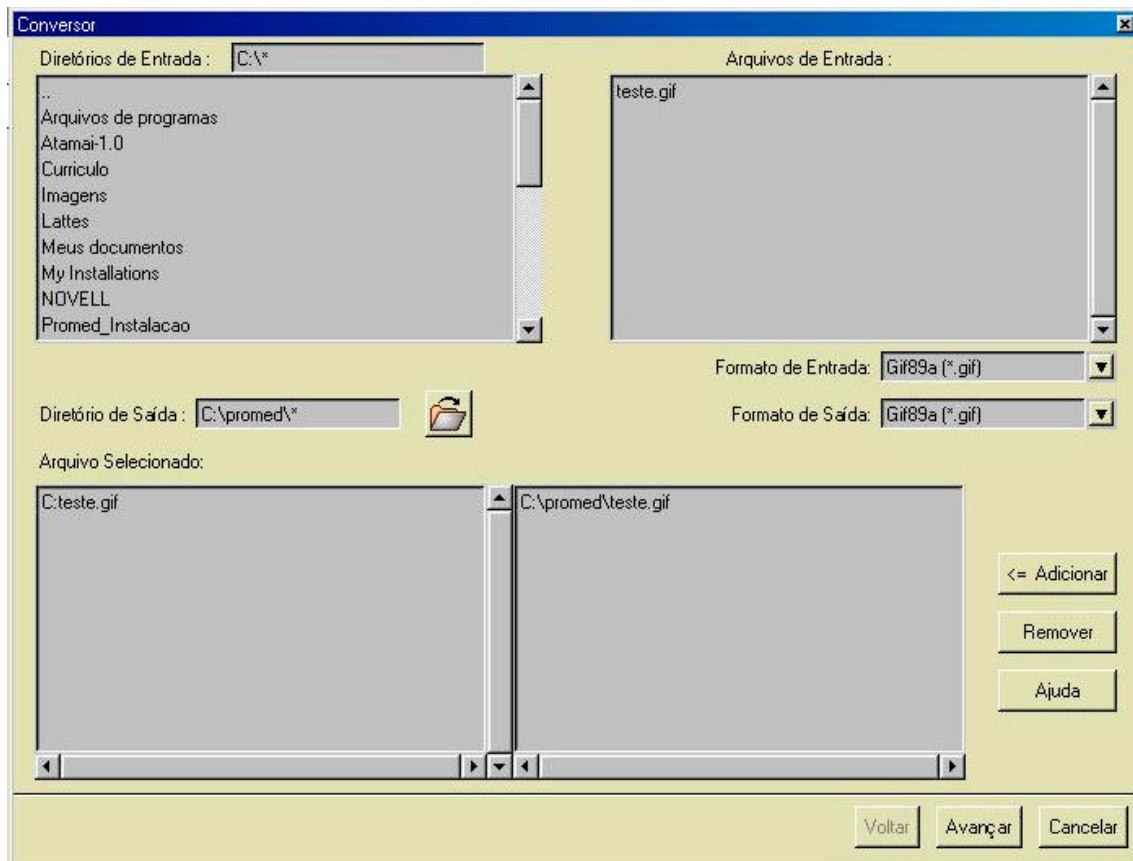
Figura 8: Conversor

Selecione o arquivo a ser convertido no campo **Diretórios de entrada**. Ele será exibido em **Arquivos de entrada**. Defina os formatos dos arquivos nos campos **Formato de Entrada** e **Formato de Saída**. Clique em **Adicionar**. Repita a operação até listar todos os arquivos que deseja converter. Clique em **Finalizar** para fazer a conversão.

4. Visualização

4.1 Visualização Axial

Todos os projetos são iniciados no modo de **Visualização Axial**. Para abrir esta tela a partir de outro módulo, entre em **Visualização** ? **Visualização Axial**:
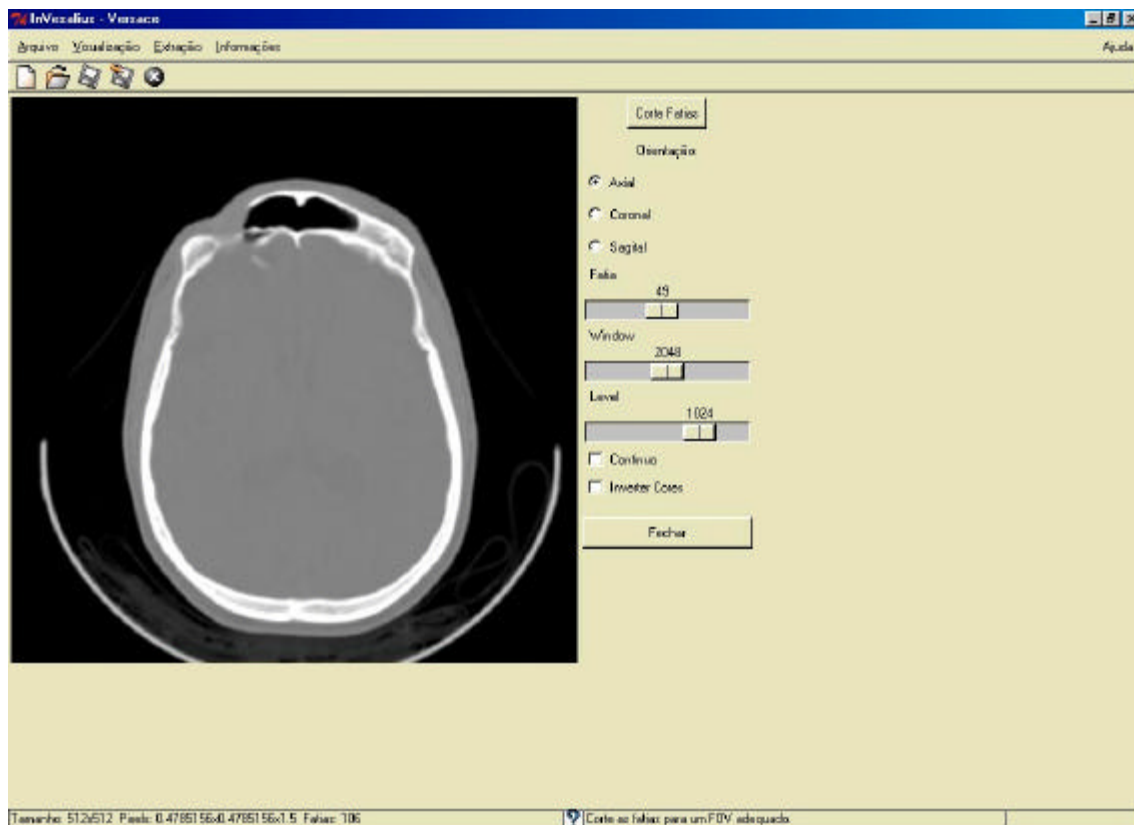
Figura 9: Visualização Axial

O software ***InVesalius*** oferece três opções de visualização de imagens bidimensionais: **Axial**, **Coronal** e **Sagital**. Selecione o botão correspondente à orientação desejada.

Figura 10: Visualização Coronal
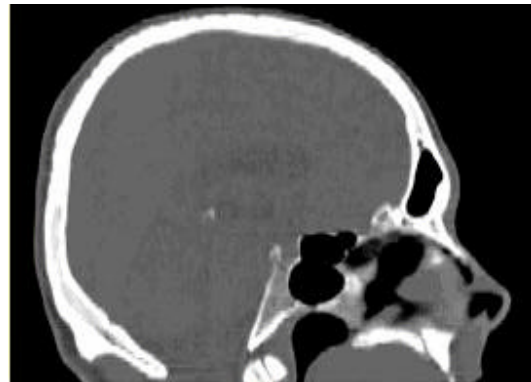
Figura 11: Visualização Sagital

Para visualizar uma a uma todas as fatias que fazem parte do projeto, selecione a caixa **Contínuo**. A seqüência da exibição terá início na imagem cujo número aparece sobre a barra **Fatia**. Se preferir visualizar uma imagem específica, deslize o botão desta barra até o número desejado.

Para medir a distância entre quaisquer dois pontos dentro da imagem (em pixels e em milímetros), pressione **Shift + botão esquerdo do mouse** para definir o primeiro ponto. Arraste o mouse para formar uma linha e solte o botão no local desejado para o segundo ponto. Para limpar a tela, pressione **Shift + botões esquerdo e direito do mouse**.

Para visualizar as coordenadas (X, Y) e o nível de cinza de determinado pixel, pressione o **botão direito do mouse** sobre o ponto desejado na imagem. Mantenha-o pressionado e arraste o mouse para visualizar as variações destes aspectos em cada ponto.

Observe, na barra inferior da tela da figura 9, o tamanho da grade utilizada (512 x 512 pixels) e dos pixels da imagem (0,4785156 x 0,4785156 mm), o espaçamento entre as fatias (1,5 mm), a quantidade de fatias (106) do projeto e a sugestão para a próxima operação (corte as fatias para um FOV adequado).

Clique no botão **Corte Fatias** para exibir a tela **Cortes**, que permite cortar a imagem nos sentidos horizontal e vertical (todo o quadrado preto representa o FOV – neste caso, 25 cm):
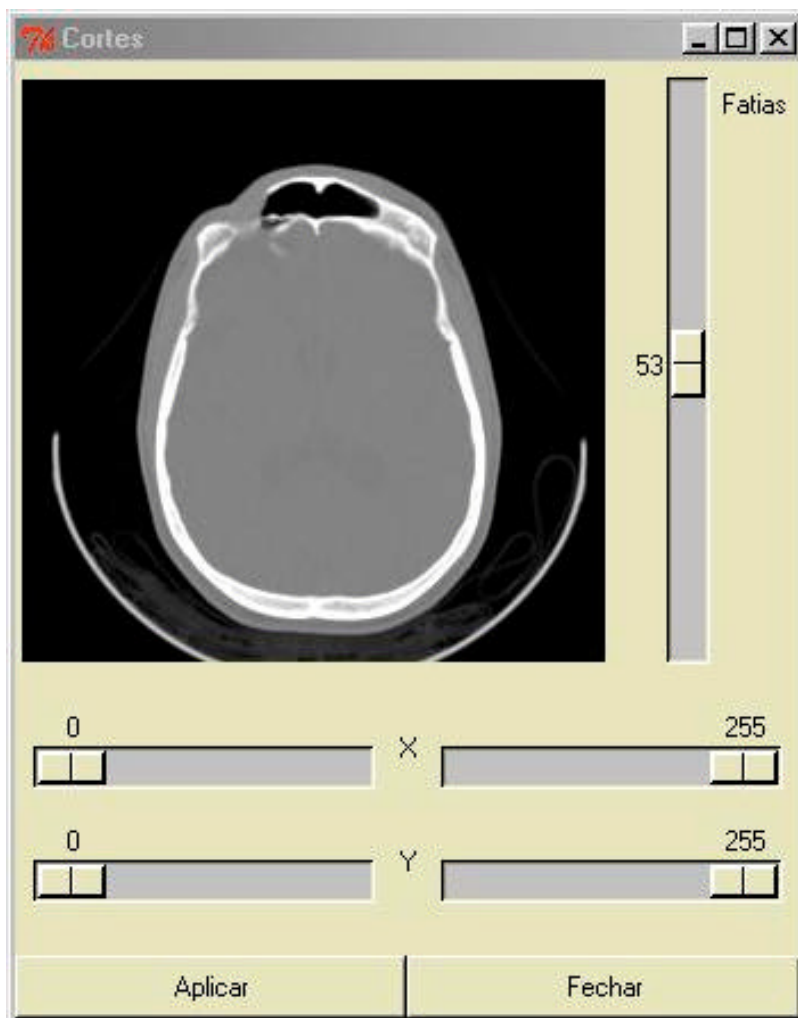
Figura 12: Cortes

É sempre desejável eliminar as regiões que não interessam à análise, visto que volumes baseados em fatias completas, não cortadas, utilizam muita memória e tornam as execuções de tarefas mais lentas. A redução das dimensões das imagens melhorará consideravelmente a performance do sistema. Em um estudo de um paciente com lesões na fronte, por exemplo, a parte traseira do crânio não precisa ser considerada.

Ao realizar cortes nos eixos (X e Y), verifique como ficará o objeto de interesse em todas as fatias, pois poderá haver deslocamentos da imagem em todos os sentidos. Pressione **Aplicar**. As operações futuras serão realizadas com as imagens cortadas e a tela **Cortes** será fechada.

Somente feche a tela de **Visualização Axial** depois de fechar a tela **Cortes**, pois do contrário todas as telas serão fechadas.

4.2 Threshold 2D

O **Threshold** é uma ferramenta utilizada para separar o objeto de interesse – o osso, por exemplo – de outras estruturas presentes na fatia – tecidos do cérebro, veias, etc. Para abrir a tela **Threshold 2D**, entre em **Visualizar** ? **Threshold 2D**:
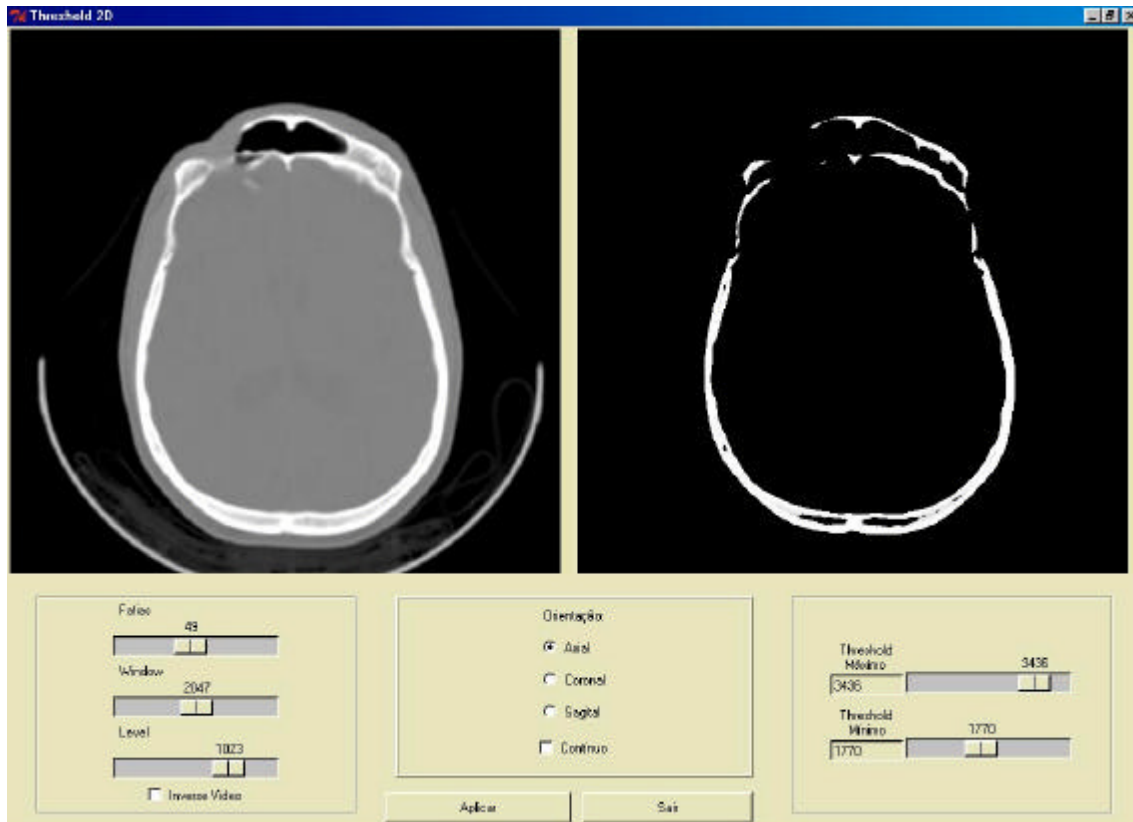
Figura 13: Threshold 2D

O **Threshold** pode ser feito nas três visualizações disponíveis: **Axial**, **Coronal** e **Sagital**. Selecione a orientação desejada no quadro central da tela.

A imagem original aparecerá no lado esquerdo da tela. Deslize a barra **Fatias** para selecionar a imagem desejada.

Deslize as barras **Threshold Máximo** e **Threshold Mínimo** para separar a estrutura a ser analisada. As regiões mais densas da imagem são eliminadas à medida em que o valor máximo de **Threshold** é diminuído. Já o aumento do valor mínimo implica na exclusão das regiões menos densas.

Conforme o exemplo da *figura 13*, todos os pixels com níveis de cinza acima de 3436 e abaixo de 1770 são desconsiderados e assumem a cor preta na imagem final, modificada pela aplicação do **Threshold**, que será exibida no lado direito da tela.

Para visualizar a projeção de fatias em seqüência, habilite a caixa **Contínuo**. Clique no botão **Aplicar** para definir o limiar de **Threshold** que será utilizado nas ações seguintes.

É importante verificar a estrutura segmentada em todas as fatias, pois um nível de limiar definido para uma delas não necessariamente valerá para as outras.

4.3 Histograma / Linha de Perfil

O **Histograma** e a **Linha de Perfil** são gráficos que informam os valores de níveis de cinza dos pixels. Ambos são úteis para definir o limiar adequado para a separação do objeto de interesse. Os ossos, por exemplo, apresentam os valores mais altos de níveis de cinza.

Entre em **Visualização** ? **Histograma / Linha de Perfil** e a seguinte tela será exibida:
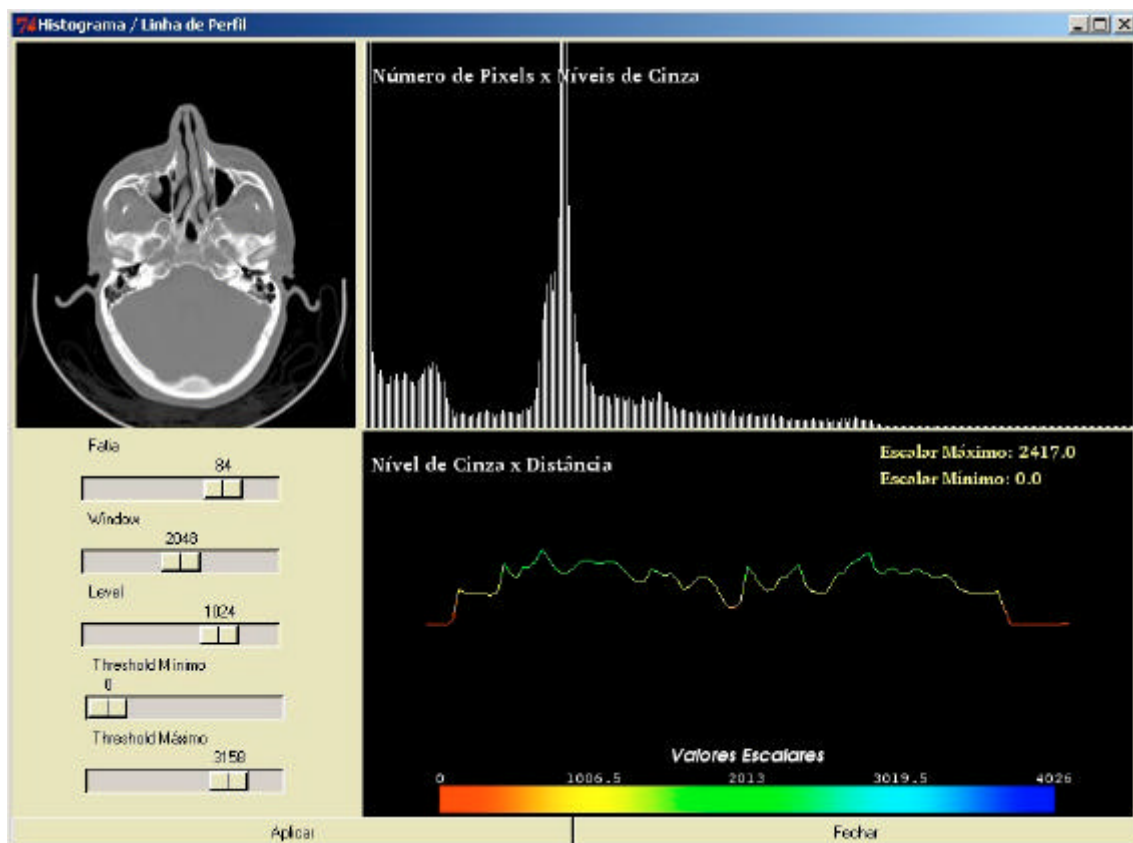
Figura 14: Histograma/Linha de Perfil

No canto superior esquerdo da tela aparecerá uma das fatias selecionadas para o projeto. À direita, o **Histograma** ocupa a metade superior da tela e o gráfico de **Linha de Perfil** a inferior.

Deslize a barra **Fatia** para escolher a imagem que deseja analisar e faça os ajustes necessários nas barras de **Threshold**, **Window** e **Level**.

O **Histograma** representa o número de pixels existentes (eixo Y) para cada nível de intensidade de cinza (eixo X) e indica se a imagem está distribuída adequadamente dentro dos

possíveis níveis. Pressione e segure o **botão direito ou esquerdo do mouse** sobre o gráfico para visualizar o número de pixels por nível de cinza naquele ponto.

O gráfico **Linha de Perfil** mostrará a variação dos valores dos níveis de cinza presentes em uma linha traçada sobre a imagem. Para definir a linha, pressione **Shift + botão esquerdo do mouse** sobre um ponto qualquer da fatia, arraste o mouse e solte o botão sobre outro ponto. O **Valor Escalar Mínimo**, o **Valor Escalar Máximo** e a **Distância** de um ponto a outro (comprimento da linha, em pixels) aparecem no alto do gráfico.

4.4 Visualização Oblíqua

É possível "cortar" o modelo tridimensional (na horizontal, vertical ou diagonal) e exibir as superfícies internas formadas por essa intercessão através da ferramenta de **Visualização Oblíqua**. Entre em **Visualização** ? **Visualização Oblíqua** e a seguinte tela será exibida:
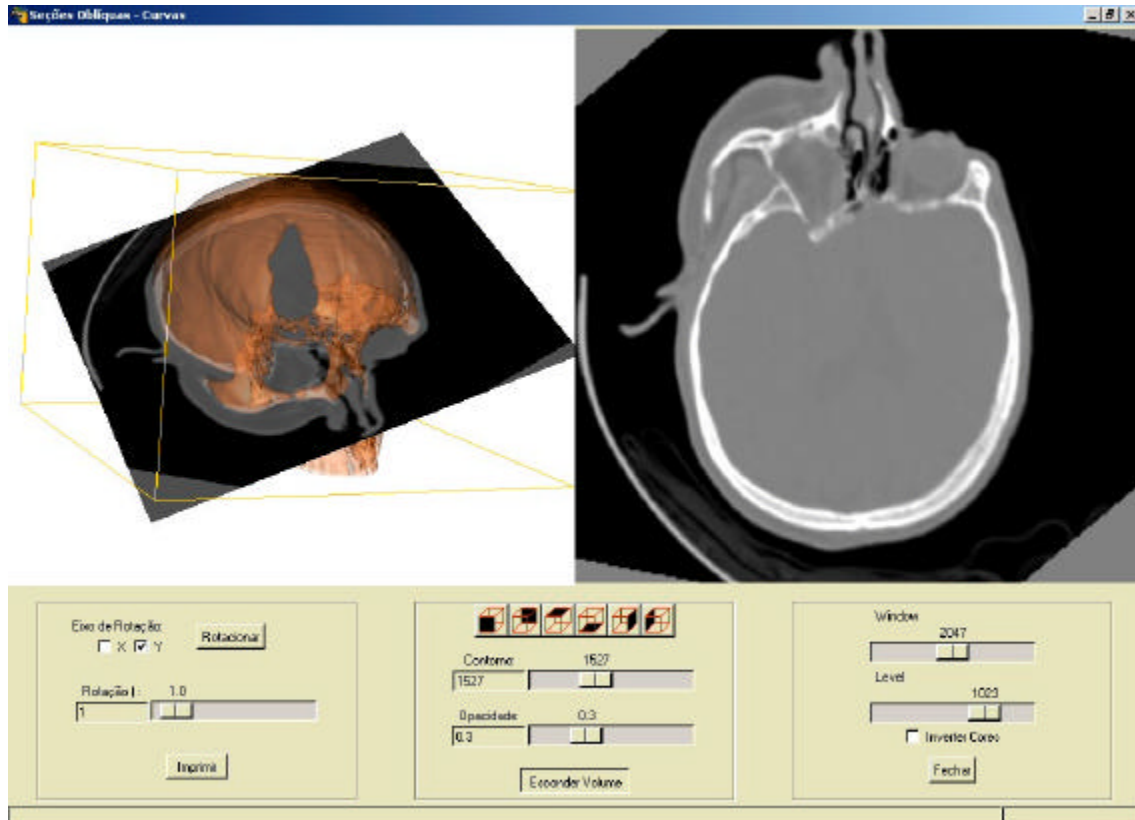
Figura 15: Seções Oblíquas – Curvas

Quando aberta, a tela **Seções Oblíquas** mostra na janela à esquerda apenas o plano de corte. Para visualizar a imagem tridimensional, pressione o botão **Mostrar Volume**. Para ocultá-lo novamente, pressione **Esconder Volume** – o que torna as operações mais rápidas. Quando o volume está visível, é possível separar a estrutura de interesse e deixá-lo mais ou menos transparente através, respectivamente, das barras **Contorno** e **Opacidade**.

Os cubos na parte central da tela definem a posição fixa do volume.

Com o cursor do mouse sobre a imagem tridimensional, mantenha o **botão esquerdo** pressionado e arraste-o para girar o cubo (que representa o FOV) em todas as direções.

O plano de intercessão pode ser rotacionado nos eixos X e Y. Habilite a caixa correspondente ao eixo desejado e deslize a barra **Rotação** para definir quantos graus o plano deverá se movimentar.

Na janela à direita aparecerá a projeção da superfície interna do volume secionado. Quando selecionada, a opção **Inverse Video** altera as cores da imagem – o branco transforma-se em preto e vice-versa.

Para imprimir o volume, clique em **Imprimir**.

4.5 Cortes / Medidas 3D

4.5.1 Cortes 3D

Entre em **Visualização** ? **Cortes / Medidas 3D** e selecione a pasta **Cortes 3D**:
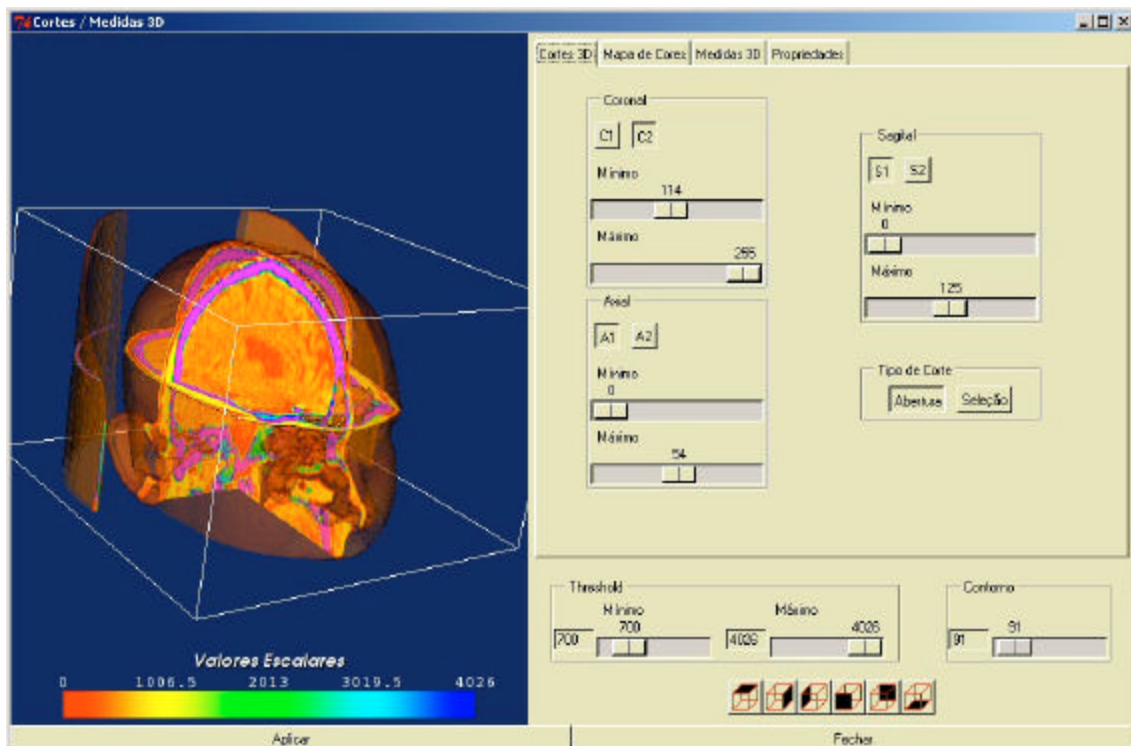
Figura 16: Cortes 3D

A tela de **Cortes 3D** permite cortar o volume nas orientações **Sagital**, **Coronal** e **Axial** de duas formas. O corte do tipo **Seleção** elimina partes desnecessárias à analise e deixa em evidência apenas a estrutura de interesse. Este procedimento diminui o tamanho da imagem, o que, consequentemente, garante um melhor desempenho do sistema. Já o corte do tipo **Abertura** é indicado para situações em que se deseja ver uma estrutura interna sem jogar fora o entorno. É o caso, por exemplo, do cérebro. Analisar o órgão e seu posicionamento dentro do crânio é muito diferente de observá-lo isoladamente. Para escolher o tipo de corte que deseja aplicar à imagem, aperte o botão **Abertura** ou **Seleção**.

Ambos os tipos de cortes são feitos através da movimentação dos planos inicial e final de cada orientação. Deslize a barra **Mínimo**, cujo menor valor será sempre 0, para movimentar o plano inicial até a posição desejada. Para movimentar o plano final, deslize a barra **Máximo**. Na orientação **Axial** o maior valor desta barra corresponde à quantidade de fatias obtidas com a

tomografia ou ressonância. Já nas orientações **Coronal** e **Sagital**, eqüivale à metade do FOV aplicado durante o exame.

Para visualizar dentro do volume um ou mais dos seis planos que podem ser movimentados, aperte os botões **A1**, **A2**, **C1**, **C2**, **S1** ou **S2**. As letras A, C e S referem-se, respectivamente, às orientações **Axial**, **Coronal** e **Sagital**, enquanto o números 1 e 2 representam os planos inicial e final.

4.5.2 Mapa de Cores

Entre em **Visualização** ? **Cortes/Medidas 3D** e selecione a pasta **Mapa de Cores**. A figura que aparecerá na tela corresponderá a última segmentação feita em outra pasta do módulo **Cortes/Medidas 3D** ou em outro módulo do software ***InVesalius***.
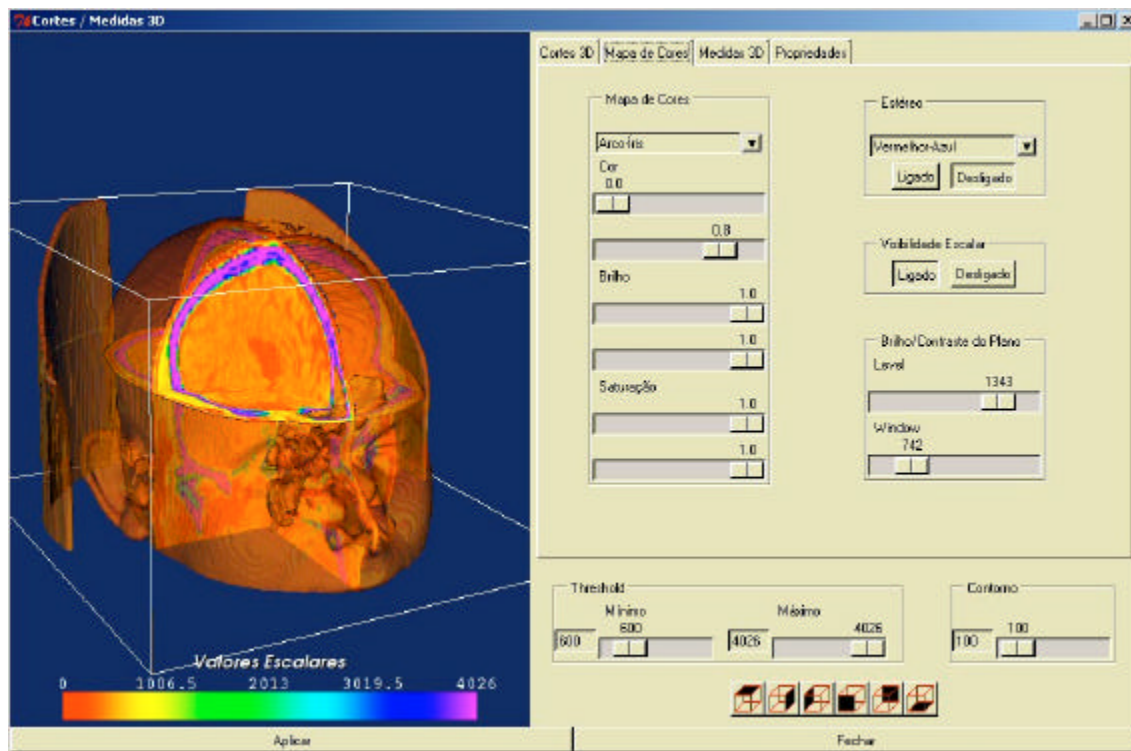
Figura 17: Mapa de Cores

O **Mapa de Cores** permite visualizar as diferentes densidades das estruturas – tecidos e ossos – através de um espectro de cores. Esta tela oferece uma informação visual para melhor definir os valores de **Threshold.** O espaço de cores utilizado nos mapas é o **HSV**.

Para aplicar um **Mapa de Cores** à imagem, aperte o botão **Ligado** no campo **Visibilidade Escalar**. Quando o botão **Desligado** estiver habilitado, a figura será exibida na mesma tonalidade dos demais módulos do software.

Escolha uma entre as dez opções de mapas já definidos no menu **Mapa de Cores**. Os parâmetros do espaço HSV de cada mapa podem ser alterados, de acordo com a preferência do usuário, através das barras **Cor**, **Brilho** e **Saturação**.

A barra **Brilho** controla a quantidade de luz na cor. O valor 0 corresponde ao preto e o valor 1 representa a máxima quantidade de brilho que pode ser aplicada.

A barra **Cor** controla o comprimento de onda dominante da cor. Cada valor da barra corresponde a um ângulo específico num círculo de cores, no qual 0 eqüivale a 0º e 1 a 360º. Neste círculo, o vermelho está definido em 0º, o amarelo em 60º, o verde em 120º, o cyan em 180º, o azul em 240º e o magenta em 300º.

A barra **Saturação** controla a quantidade da cor definida em **Cor** que deverá ser acrescentada. O valor 0 não soma nada e o valor 1 soma o máximo de cor possível.

Aperte o botão **Ligado** do modo **Estéreo** para ver o objeto de estudo em três dimensões. Escolha uma das opções de cor no menu e utilize um óculos de lentes vermelha e azul para enxergar a imagem com profundidade e sombreamento.

As barras do campo **Brilho e Contraste** alteram apenas as cores dos planos, e não as do volume. Para torná-los visíveis, habilite um ou mais entre os botões **A1**, **A2**, **C1**, **C2**, **S1** e **S2** na pasta **Cortes 3D**.

4.5.3 Medidas 3D

Entre em **Visualização** ? **Cortes / Medidas 3D** e selecione a pasta **Medidas 3D**:
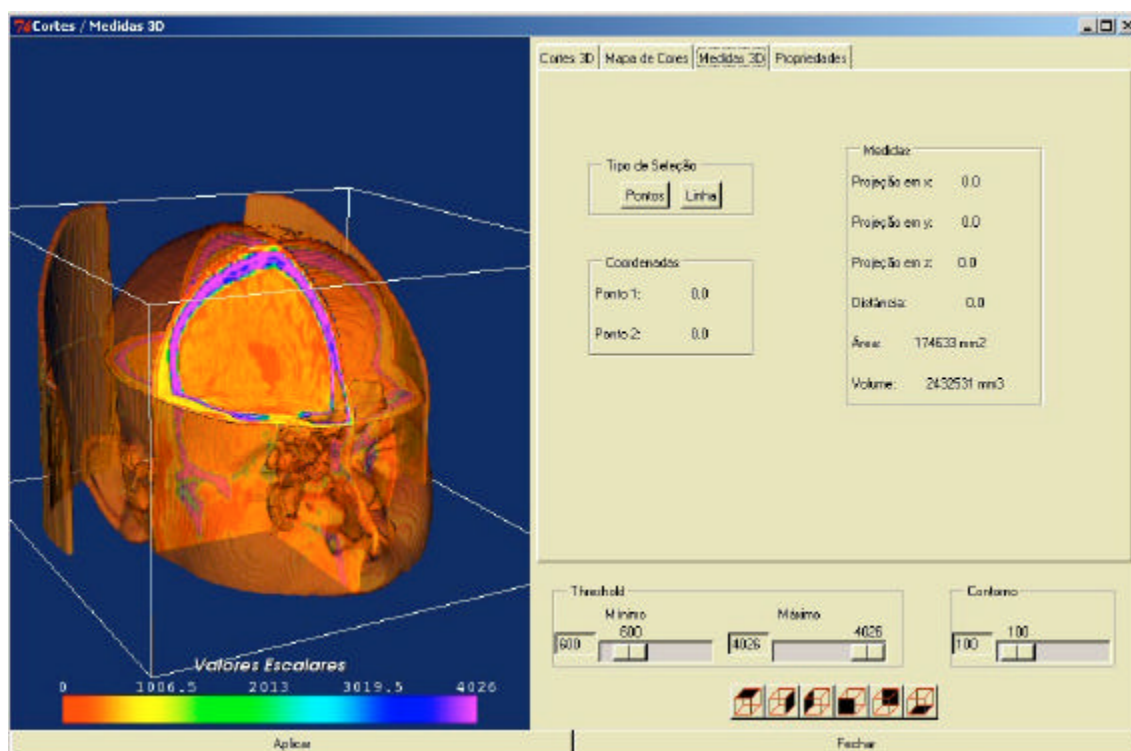
Figura 18: Medidas 3D

A tela **Medidas 3D** fornece a distância entre pontos, a área e o volume do objeto de estudo. Como sua superfície é formada por triângulos conectados, todas as medidas baseiam-se em medidas de triângulos.

No campo **Tipo de Seleção**, aperte o botão **Pontos** se desejar definir dois pontos no espaço ou o botão **Linha** se preferir traçar uma linha manualmente para fazer as medidas. Pressione **Shift + botão esquerdo do mouse** sobre a imagem para marcar os dois **Pontos**. Para traçar a **Linha**, pressione **Shift + botão esquerdo do mouse** sobre um ponto da imagem e a arraste o cursor, sem soltar os botões, até o local desejado. Independente do tipo de seleção escolhido, as coordenadas dos pontos inicial e final serão exibidas no campo **Coordenadas**.

Para visualizar a verdadeira inclinação da linha no espaço tridimensional, posicione o cubo com a face lateral direita ou esquerda voltada para a frente quando fizer medidas no eixo Z. Mantenha **Shift + botão esquerdo do mouse** pressionados e arraste o cursor sobre a imagem para girá-la. Se preferir, clique em um dos cubos de orientação na parte inferior da tela.

O campo **Medidas** exibirá, em milímetros, as projeções nos eixos X, Y e Z e a distância entre os pontos inicial e final (ou comprimento da linha). Mostrará também a área e o volume do objeto de estudo – em mm^2 e mm^3, respectivamente. Estes últimos valores só serão alterados se houver redefinição dos parâmetros de **Threshold** e **Contorno**. Para os cálculos de área e volume serão consideradas todos os triângulos das faces internas e externas do volume.

4.5.4. Propriedades

Entre em **Visualização** ? **Cortes / Medidas 3D** e selecione a pasta **Propriedades**:
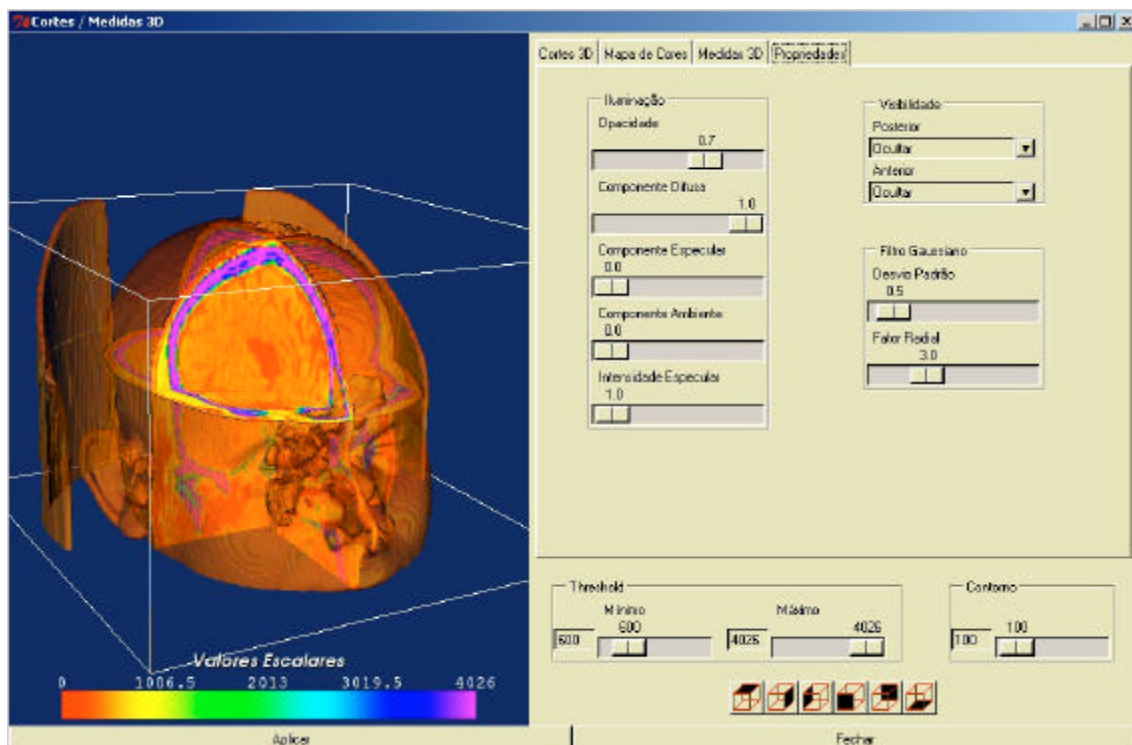
Figura 19: Propriedades

Esta tela permite alterar propriedades visuais da imagem de acordo com as preferências do usuário. Para controlar a iluminação, utilize as barras **Opacidade**, **Componente Difusa**, **Componente Especular**, **Componente Ambiente** e **Intensidade Especular** do campo **Iluminação**. Para modificar a textura, utilize as barras **Desvio Padrão** e **Fator Radial** do campo **Filtro Gaussiano**.

Utilize os comandos do campo **Visibilidade** para ver partes da imagem com maior destaque ou aumentar a velocidade de processamento das operações de **Threshold** e **Contorno**. Selecione a opção **Ocultar** no menu **Posterior** ou **Anterior** para esconder, respectivamente, a porção da imagem mais à frente ou mais atrás no espaço tridimensional. Selecione **Exibir** para torná-las visíveis novamente.

4.6 Segmentação

O software ***InVesalius*** disponibiliza dois métodos de segmentação de volumes, o **Threshold/Contorno** e a **Conectividade**, úteis para separar adequadamente as regiões interessantes ao estudo em desenvolvimento.

De maneira geral os métodos de segmentação tendem a agrupar os pixels que apresentam propriedades semelhantes, tais como intensidade, cor ou textura. As técnicas mais simples, como a **Limiarização** (ou **Thresholding**), excluem os níveis de cinza situados abaixo ou acima de valores limiares. Já as técnicas clássicas baseiam-se em uma região ou no contorno fechado da imagem.

4.6.1 Threshold/Contorno

4.6.1.1 Segmentação

Entre em **Visualização** ? **Segmentação** ? **Threshold/Contorno** e selecione a pasta **Segmentação**.
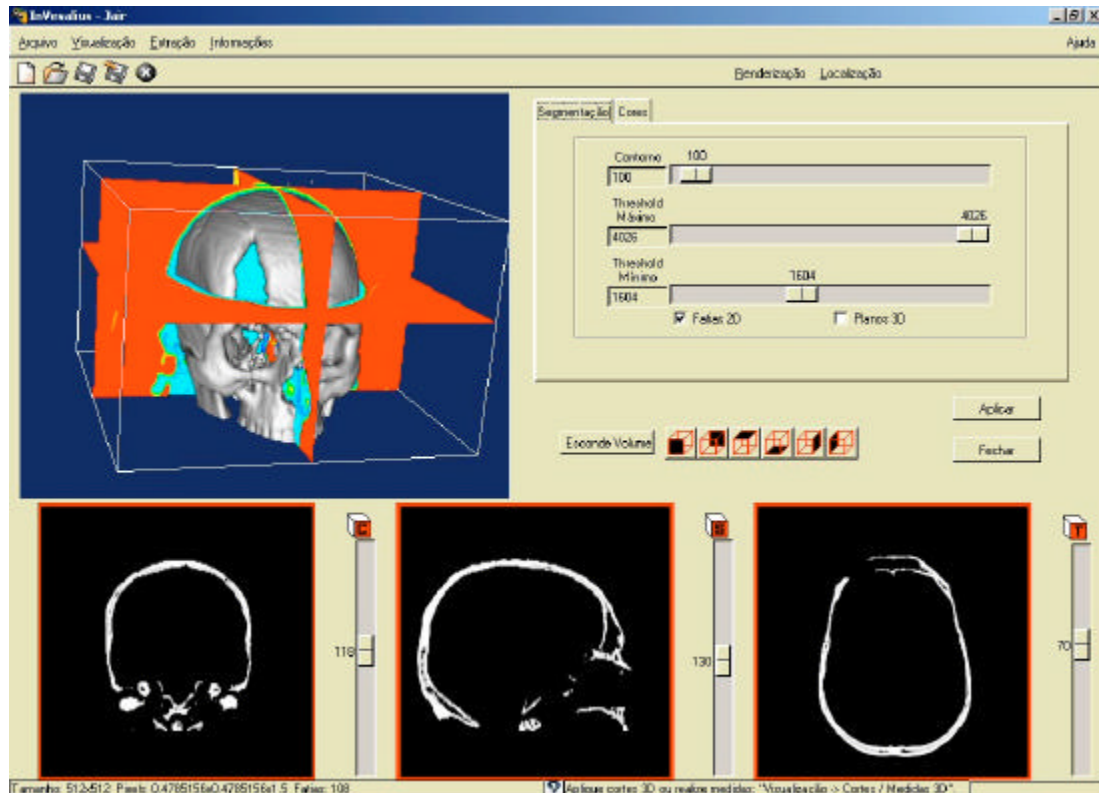
Figura 20: Threshold/Contorno – Segmentação

Na metade inferior da tela aparecem três fatias do projeto, cada uma em uma orientação – da esquerda para a direita, **Coronal**, **Sagital** e **Axial**. Deslize as barras à direita das fatias para escolher quais deseja exibir.

As três fatias ficam envoltas por uma borda vermelha e são visíveis dentro do cubo da janela de visualização tridimensional. Se não quiser ver o posicionamento de uma ou mais fatias no espaço, clique sobre ela(s) com o **botão esquerdo do mouse.** A borda vermelha desaparecerá, assim como o plano correspondente na janela tridimensional. As três imagens podem ser selecionadas simultaneamente. Pressione o **botão esquerdo do mouse** sobre a fatia para reativar a borda vermelha e o plano na janela tridimensional. Para alterar propriedades das fatias, mantenha-as selecionadas.

Pressione o botão **Esconder Volume** antes de alterar o **Zoom**, o **Contorno** e o **Threshold** da imagem tridimensional. É aconselhável manter o volume oculto para aumentar a velocidade de processamento. Para exibi-lo novamente, já modificado, clique no botão **Mostrar Volume**.

4.6.1.2 Cores

Entre em **Visualização** ? **Segmentação** ? **Threshold/Contorno** e selecione a pasta **Cores**.
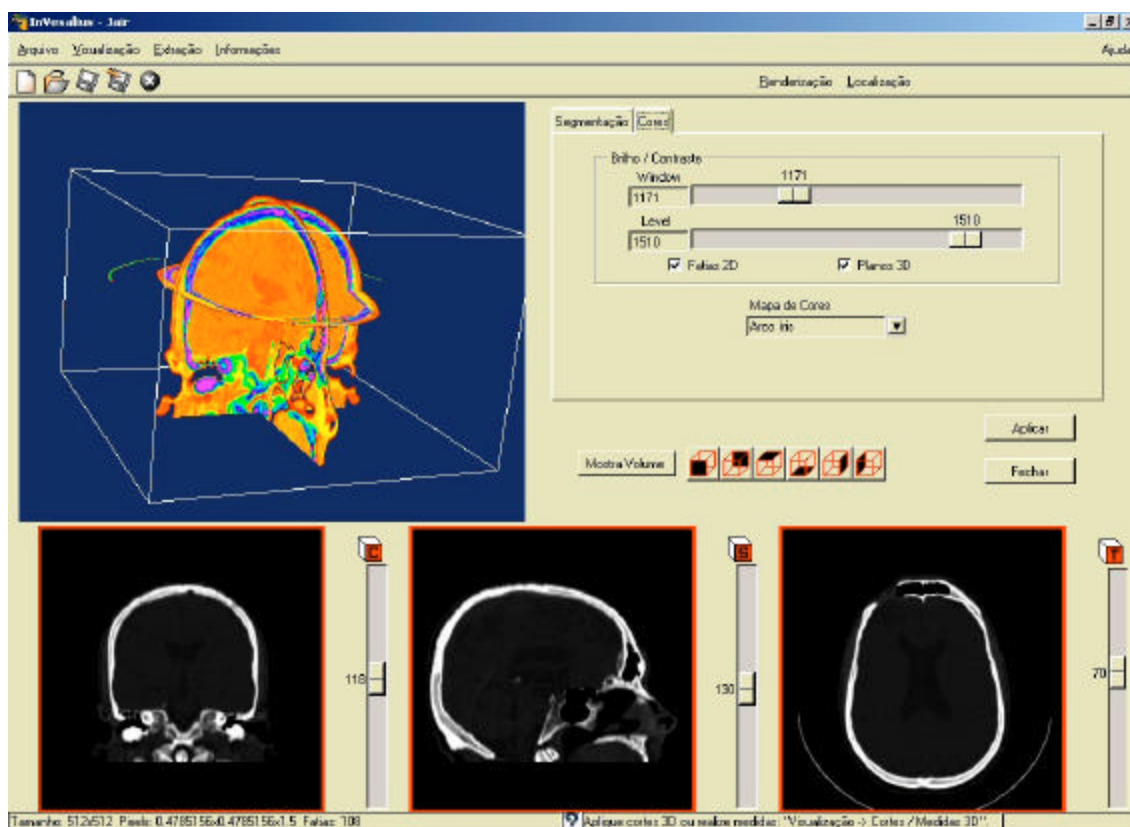
Figura 21: Threshold/Contorno – Cores

Para cada faixa de **Threshold** aplicada na tela de **Segmentação** existe um mapeamento de cores para os vários níveis de cinza obtidos. Este mapeamento pode ser alterado através do menu **Mapa de Cores**. Para associar um **Mapa de Cores** às fatias localizadas na metade inferior da tela, habilite a caixa **Fatias 2D**. Para associar um **Mapa de Cores** aos planos da janela tridimensional, habilite a caixa **Planos 3D**. Um plano só fica visível quando a fatia correspondente a ele está envolta por uma borda vermelha.

Os valores de **Window** e **Level** também alteram as cores das fatias e dos planos.

4.6.1.3 Renderização

A. Propriedades

Entre em **Visualização** ? **Segmentação** ? **Threshold/Contorno**. No menu **Renderização**, escolha **Propriedades**.
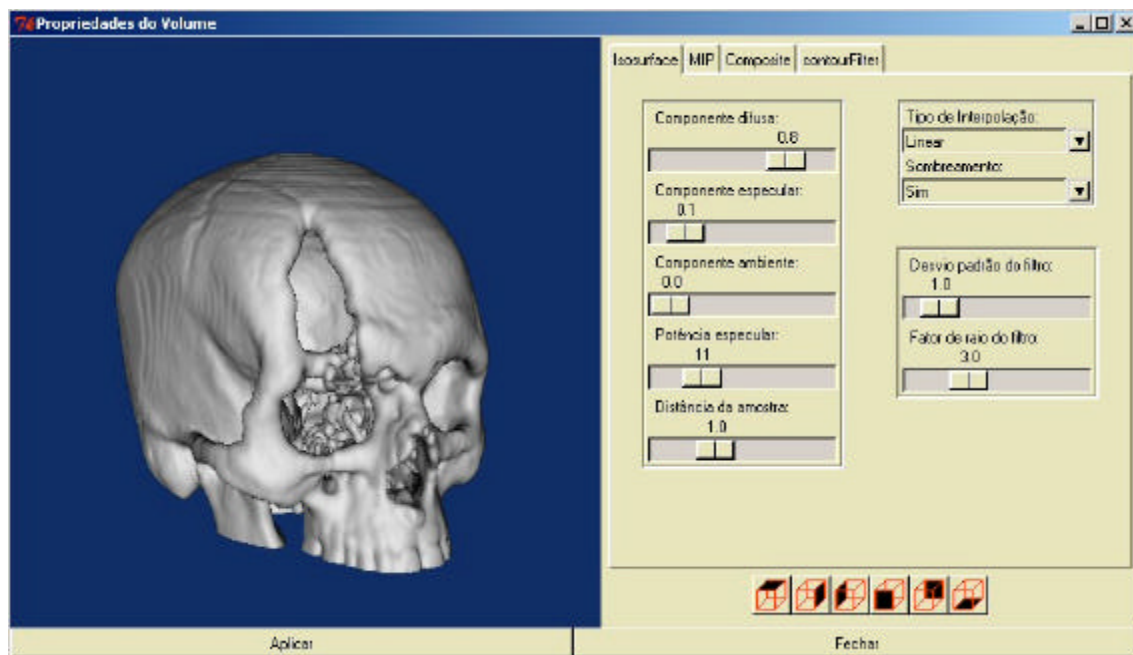
Figura 22: Propriedades - Isosurface

Há quatro métodos de **Renderização** disponíveis: **MIP**, **Composite**, **Isosurface** e **Contour Filter**. Os dois primeiros trabalham apenas com valores de **Threshold**, enquanto os últimos levam em consideração o **Threshold** aplicado a um valor de **Contorno**.

Todos os métodos oferecem a possibilidade de controlar as propriedades de **Filtro** (texturização da imagem) e diferentes tipos de **Interpolação**. A **Interpolação** é utilizada durante a construção do volume para reproduzir, com a maior fidelidade possível, as dimensões da estrutura anatômica em estudo. Com exceção do método **Contour Filter**, os tipos de **Interpolação** disponíveis são a **Cúbica**, a **Linear** e a de **Vizinho Mais Próximo**. No **Contour Filter**, as opções são **Flat**, **Gouraud** e **Phong**.

O método **Contour Filter** é o mais pesado e o que leva mais tempo para ser processado. Escolha o mais adequado para melhorar a visualização de seu projeto. Ao pressionar o botão **Aplicar**, todas as mudanças nos parâmetros serão transportadas para os demais módulos do software.

B. Relação Threshold / Contorno

Escolha **Relação Threshold / Contorno** no menu **Renderização**.
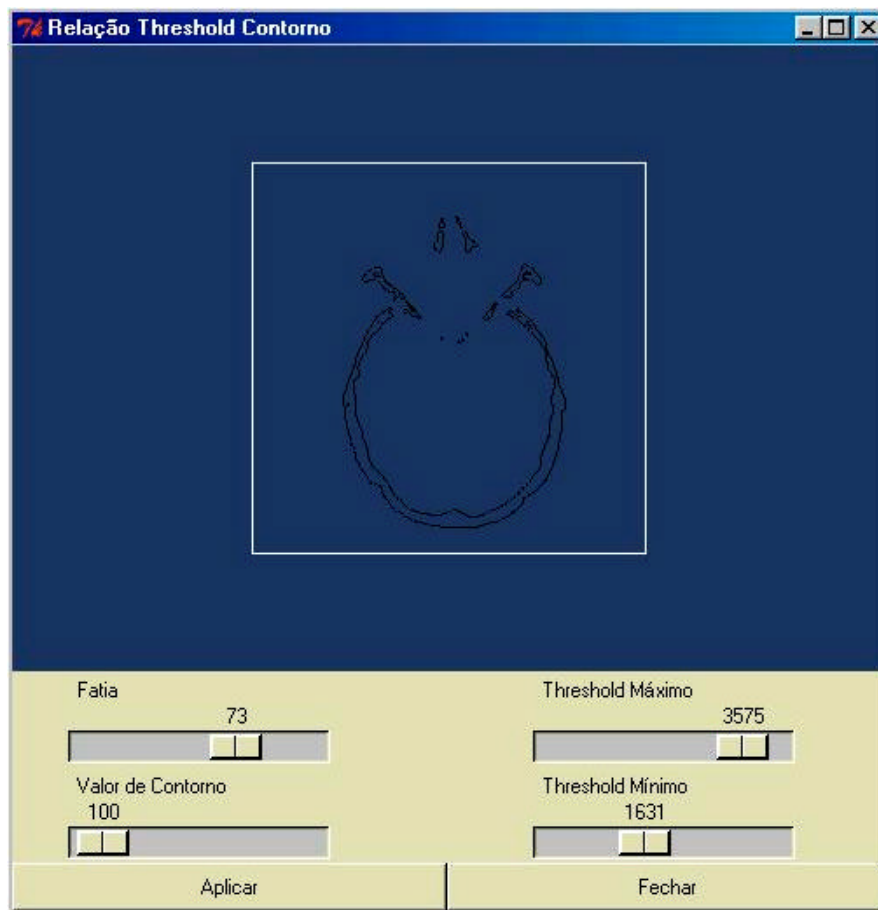
Figura 23: Relação Threshold/Contorno

É importante conhecer a relação entre um **Contorno** definido e um **Threshold** aplicado sobre ele. Desta relação pode-se, por exemplo, obter paredes ósseas mais finas, espessas ou ocas ou eliminar elementos irrelevantes ao estudo do caso.

É aconselhável separar a estrutura de interesse primeiramente com as barras de **Threshold** e depois fazer os ajustes mais finos na barra **Valor de Contorno**.

4.6.1.4 Localização

A. Espaço 3D de um Ponto

Entre em **Visualização** ? **Segmentação** ? **Threshold/Contorno**. No menu **Localização**, escolha **Espaço 3D de um Ponto** para localizar um ponto no interior do volume a partir de seu mapeamento em qualquer orientação bidimensional.
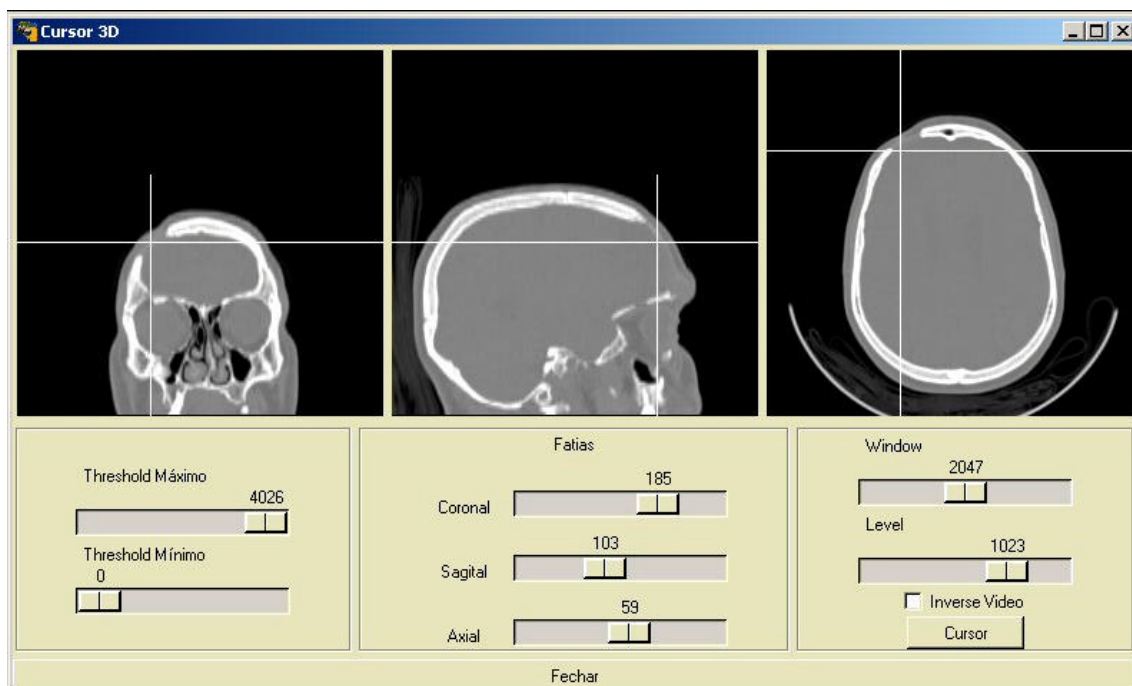
Figura 24: Espaço 3D de um Ponto
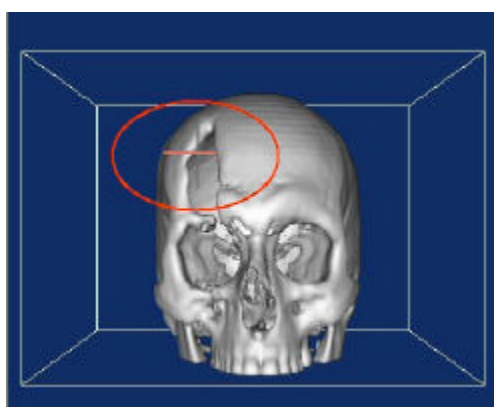
Figura 25: Detalhe Pontual 3D

Deslize as barras **Coronal**, **Sagital** e **Axial** para escolher qual fatia deseja exibir em cada orientação e faça os ajustes de **Threshold** que considerar necessários.

Caminhe com o cursor do mouse sobre qualquer uma das fatia e clique com o **botão esquerdo do mouse** para criar um ponto. O ponto caminhará com uma cruz simultaneamente sobre as fatias e sobre o volume da tela de segmentação. Para retirar o ponto do volume, clique em **Cursor**. Feche a tela quando terminar.

B. Curvas de Níveis Escalares

Entre em **Visualização** ? **Segmentação** ? **Threshold/Contorno**. No menu **Localização**, escolha **Curvas de Níveis Escalares** para ver os vários contornos que compõem a imagem.
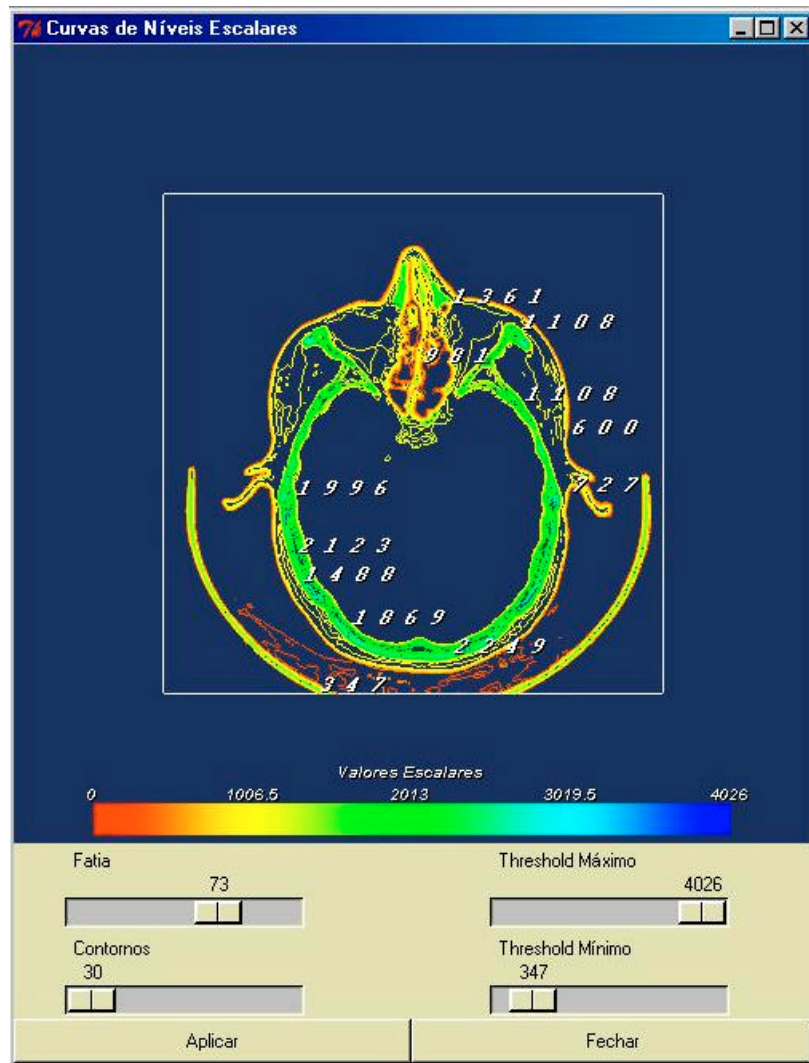
Figura 26: Curvas de Níveis Escalares

A escala de cores mostra as variações de densidade dentro da estrutura anatômica analisada. Utilize as barras **Threshold Máximo** e **Threshold Mínimo** para determinar os níveis de cinza da imagem de acordo com a fatia e a quantidade de contornos determinados pelas barras **Fatia** e **Contornos**.

Clique em **Aplicar** para levar os novos parâmetros outros módulos do software. Feche a tela quando terminar.

4.6.2 Conectividade

Entre em **Visualização** ? **Segmentação** ? **Conectividade** para analisar quais as regiões do objeto em estudo estão conectadas.
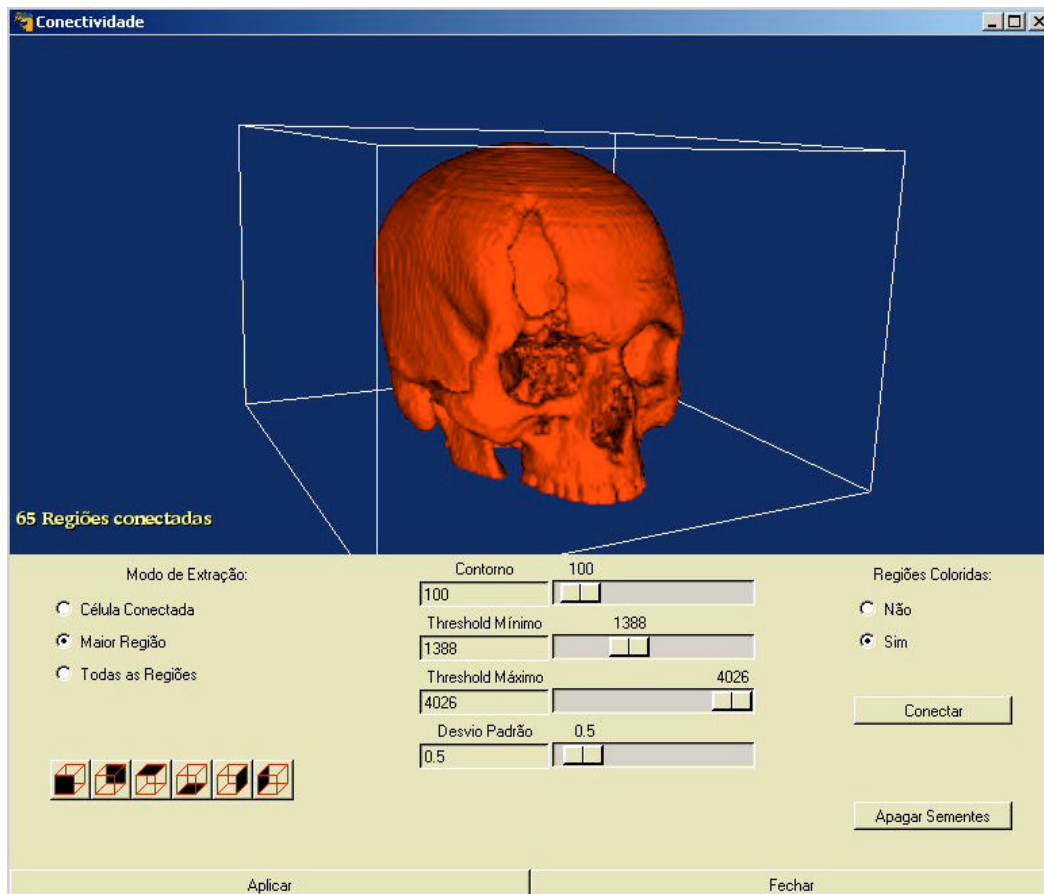
Figura 27: Conectividade

Defina um critério de **Conectividade** dentre os três disponíveis: **Todas as Regiões** seleciona todas as regiões do volume; **Maior Região** seleciona a maior região com elementos conectados e **Célula Conectada** seleciona um ponto (semente) e exibe as células conectadas a ele.

Para selecionar uma semente, aperte **Shift + botão esquerdo do mouse**. No momento em que pressionar o botão tome cuidado para não mover o mouse, pois do contrário a imagem irá girar e não será possível enxergar o ponto. O ponto semente só é utilizado no modo de extração **Célula Conectada**. O botão **Aplicar** faz com que as ferramentas de volume passem a utilizar a região selecionada. Para escolher outra semente, aperte o botão **Apagar Semente** e selecione um novo ponto em seguida. Para visualizar melhor as partes conectadas, escolha a opção **Sim** em **Regiões Coloridas**.

5. Informações

Entre em **Informações**. Escolha a pasta **Informações Gerais** para obter dados gerais sobre o projeto, tais como nome, localização, tamanho e quantidade de fatias. Para ver as especificações do cabeçalho do arquivo DICOM, escolha a pasta **Cabeçalho**.

Se o projeto foi montado com base em dados gravados em um CD, será necessário tê-lo no driver para acessar as informações.

Figura 28: Informações

6. Anexo

CONTRATO DE LICENÇA – Copyright PROMED